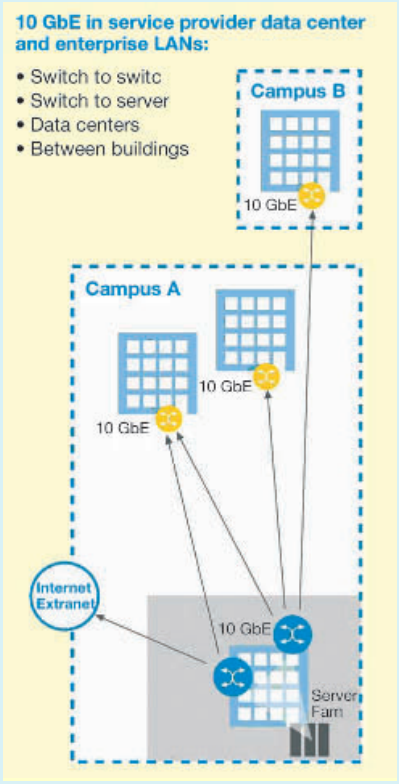
Anforderungen für 10-Gigabit/s-Ethernet

H.-J. Lentzen, Stolberg

Für die weiter wachsenden Datenmengen, die in öffentlichen und privaten Netzen beherrscht werden müssen, wurde der 10-Gigabit-Ethernet-Standard geschaffen. Diese hohe Datenrate kann jedoch nur von Hochleistungs-Glasfaserkabeln bewältigt werden. Der Beitrag beschreibt die Anforderungen im Einzelnen.



❶ **Einsatz von 10-Gigabit-Ethernet im LAN-Bereich**

1 Geeignete Fasern für hohe Datenraten

Gigabit/s-Ethernet im Backbone einer strukturierten Gebäudeverkabelung ist heute oftmals bereits Realität oder steht kurz vor der Realisierung. Der entsprechende Standard IEEE 802.3z wurde schon im Juli 1998 verabschiedet. Doch bereits wenige Monate nach der Veröffentlichung dieser Norm begann man im zuständigen Normungsgremium (IEEE) mit den Arbeiten an der nächsten Entwicklungs- und Geschwindigkeitsstufe – dem 10-Gigabit/s-Ethernet.

Während Gigabit/s-Ethernet noch vorwiegend unter Berücksichtigung der Anforderungen der lokalen Netzwerke entwickelt wurde, sollte der neue 10-Gigabit-Ethernet-Standard die Erfordernisse von SAN (Storage Area Network), LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network) und WAN (Wide Area Network) berücksichtigen.

Mit dieser vielfältigen Zielsetzung wurden dann im Dezember 1999 mit offiziellem Start des Projektes „10 Gigabit Ethernet“ von der Higher Speed Study Group IEEE 802.3 ae die folgenden Ziele bezüglich der zu realisierenden Segmentlängen definiert:

- 100 m für Standard-Gradientenfasern bei 850 nm
- 300 m für eine erst neu zu entwickelnde 10 GbE-optimierte Gradientenfaser bei 850 nm
- 10 km für Standard-Einmodenfasern bei 1310 nm
- 40 km für Standard-Einmodenfasern bei 1550 nm

Während die gewünschten Segmentlängen bei Einmodenfasern realisiert werden konnten, sind die damals definierten 100 m mit Standard-Gradientenfasern nicht zu realisieren. Untersuchungen ergaben maximal realisierbare Linklängen von 33 m bei 62,5-µm-Fasern und 82 m bei 50-µm-Fasern bei Benutzung des 1. optischen Fensters.

Die Entwicklung einer für 850 nm Laser-optimierten 50 µm Gradientenfaser für 10-GbE-Anwendungen bis zu 300 m verlief positiv. Diese Faservariante wurde nicht nur in der im September 2002 verabschiedeten 2. Ausgabe des Verkabelungsstandards EN 50173 mit einer eigenen Kategorie (OM3) bedacht, sie ist inzwischen auch verfügbar.

Bewertet man diese OM3-Faser nach klassischen Maßstäben, so ist sie über ein Bandbreitenlängenprodukt von 1500 MHz x km bei 850 nm und 500 MHz x km bei 1300 nm sowie Dämpfungswerte von 3,5 dB/km bei 850 nm und 1,5 dB/km bei 1310 nm spezifiziert.

Die Fähigkeit 10-GbE-Anwendungen über Segmentlängen von 300 m zu übertragen wird jedoch durch die Einhaltung äußerst enger Grenzwerte für die DMD (Differential Mode Delay) sichergestellt. Hierzu wurden sechs unterschiedliche Masken mit in Abhängigkeit vom Radius unterschiedlichen Grenzwerten definiert. In Kombination mit speziellen Vorgaben an die eingesetzten Laserdioden wird so die in der OM3-Spezifikation definierte effektive Laserbandbreite von 2000 MHz x km bei 850 nm sichergestellt (Tafel ❶).

Neben den überragenden Eigenschaften für 10-GbE-Anwendungen erfüllt die OM3-Faser auch alle Anforderungen für GbE-Anwendungen bzw. klassische LED-basierende Protokolle wie Fast Ethernet oder Token Ring. So wird auch eine wirtschaftliche Migrationsmöglichkeit für Segmentlängen bis zu 300 m im 1. Optischen Fenster (850 nm) sichergestellt. Der Einsatz des 1. Optischen Fensters bietet sich aufgrund der aktuellen und künftig zu erwartenten Kostensituation bei den Aktivkomponenten als die wirtschaftliche Lösung an. Gründe für die Wirtschaftlichkeit des 1. Fensters sind die zur Zeit nur für 850 nm erhältlichen VCSE-Laser und die vom IEEE 802.3ae vorgesehene serielle Kodierung. Im Gegensatz dazu kommt in Verbindung mit Gradientenfasern bei 1310 nm das technisch aufwendigere Wellenlängenmultiplex-Verfahren zum Einsatz.

Der neue Standard bringt auch neue Bezeichnungen mit sich. Wird Gigabit/s-Ethernet durch drei Nullen bezeichnet, z. B. 1000 Base-LX, erfolgt die Kennzeichnung bei 10-Gigabit/s-Ethernet mit einem „G“, also 10GBase-LR.

Autor
Dipl.-Ing. *H.-J. Lentzen* ist tätig als Product Manager IT bei der Kerpenwerk GmbH & Co. in Stolberg.

Tafel ❶ Faserkategorien gemäß der 2. Ausgabe von EN 50173 bzw. ISO/IEC 11801

	OM1	OM2	OM3	OS1
Fasertype	G50/125 oder G62,5/125	G50/125 oder G62,5/125	G50/125	E9...10/125
Dämpfung bei 850 nm bei 1300/1310 nm bei 1550 nm	 3,5 dB/km 1,5 dB/km n. def.	 3,5 dB/km 1,5 dB/km n. def.	 3,5 dB/km 1,5 dB/km n. def.	 n. def. 1,0 dB/km 1,0 dB/km
Bandbreiten-längenprodukt bei 850 nm bei 1300 nm	 200 MHz x km 500 MHz x km	 500 MHz x km 500 MHz x km	 1.500 MHz x km 500 MHz x km	 n. def. n. def.
Laserbandbreite bei 850 nm	 n. def.	 n. def.	 2.000 MHz x km	 n. def.

Tafel 2 Von IEEE 802.3ae verabschiedete Interfaces

	Wellenlänge	Fasertype	Anwendung	Kodierverfahren	max. Segmentlänge
10GBASE-SR	850 nm	Gradienten	LAN	64B/66B, seriell	300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	Gradienten Einmoden	LAN	8B/10B, WWDM	300 m 10.000 m
10GBASE-LR	1310 nm	Einmoden	LAN	64B/66B, seriell	10.000 m
10GBASE-ER	1550 nm	Einmoden	LAN	64B/66B, seriell	40.000 m
10GBASE-SW	850 nm	Einmoden	MAN/WAN	SONET STM-192	300 m
10GBASE-LW	1310 nm	Einmoden	MAN/WAN	SONET STM-192	10.000 m
10GBASE-EW	1550 nm	Einmoden	MAN/WAN	SONET STM-192	40.000 m

Der Entwurf dieses neuen 10-Gigabit-Ethernet-Standard wurde bereits im Juni 2002 ratifiziert. Der offizielle Standard wurde im Herbst 2002 ebenfalls vom IEEE veröffentlicht. Den hohen Stellenwert dieser Zukunftstechnologie bestätigt auch die Gründung einer „10 Gigabit Ethernet Alliance“, dem Zusammenschluss verschiedener Anbieter und Hersteller zu einer Interessensgemeinschaft zur Nutzung (Vermarktung) der vielfältigen Möglichkeiten von 10-Gigabit/s-Ethernet.

So wurde im Juni 2002 mit einer großflächig angelegten „Interoperabilitäts Demonstration“ im Rahmen der SuperComm Show in Atlanta der Nachweis für das Zusammenspiel der Komponenten unterschiedlicher Hersteller und damit für die Funktionsfähigkeit dieser neuen Technologie erbracht. Aber auch bei der eben erst zur Serienreife entwickelten OM3-Faser bleibt die Technologie nicht stehen. In vielen Fällen sind die im Backbone-Bereich zu überbrückenden Distanzen größer als die mit einer Standard OM3- Faser möglichen 300 m.

Für diesen Einsatzbereich werden auch Lichtwellenleiterkabel mit nochmals verbesserten OM3-Fasern im Markt angeboten. Diese Fasern bieten optimale Voraussetzungen zur Übertragung von 10-GbE bei Segmentlängen bis zu 500 m. Damit dürfte nun eine wirtschaftliche Realisierung von 10-GbE im Backbone eines Gebäudes in nahezu allen Fällen möglich sein.

2 Bereits heute beste Fasern einsetzen

Es empfiehlt sich aufgrund der oben beschriebenen Situation, bereits heute Fasern mit besten optischen Eigenschaften einzusetzen. Dabei sollte man Gradientenfasern mit 50 µm Kerndurchmesser den Vorzug geben und weiterhin darauf achten, Fasern auszuwählen, die sowohl bei Anregung durch LED die neuen Normvorgaben entsprechend EN 50173, 2. Ausgabe, für das Bandbreitenlängenprodukt überschreiten, als auch bei laserbasierenden Gigabit- und 10-Gigabit-Ethernet-Diensten die durch IEEE 802.3z bzw IEEE 802.3ae vorgegebenen Linklängen überschreiten können. Stand der Technik sind Fasern, die sowohl Gigabit- und 10-Gigabit-Ethernet-Linklängen weit über die Normvorgaben hinaus unterstützen, im günstigsten Fall bis zu 1000-m-Gigabit/s-Ethernet bzw. 500-m-10-Gigabit/s-Ethernet im 1. Optischen Fenster.

Idealerweise sucht man sich einen Lieferanten, der laseroptimierte Gradientenfaser bereits seit Jahren im Lieferprogramm hat und Erfahrung bei der Entwicklung und Herstellung von Lichtwellenleiterkabeln mit laseroptimierten Gradientenfasern aufweist. ■